UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Materials Spectroscopy and Microscopy

2627-1-F1702Q011

Obiettivi

1. Conoscenza e capacità di comprensione (Knowledge and understanding):
   Lo scopo del corso è fornire agli studenti un'introduzione generale alle principali tecniche di spettroscopia e di imaging attualmente disponibili per la caratterizzazione dei materiali, con particolare attenzione ai materiali con applicazioni nell'optometria e nelle scienze della visione. Per ciascuna tecnica saranno trattati i seguenti argomenti:

- proprietà fisiche (quali informazioni sono investigate da ciascuna tecnica);
- compatibilità dei campioni e preparazione del preparato;
- requisiti e complessità dell'hardware;
- analisi e presentazione dei dati.

2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione (Applying knowledge and understanding):
   Durante questo corso, gli studenti impareranno a identificare le tecniche sperimentali utilizzate nella ricerca scientifica, comprendendone sia le motivazioni che i limiti applicativi.

3. Autonomia di giudizio (Making judgements):
   Al termine del corso gli studenti dovranno:

- riconoscere le tecniche applicate in un lavoro di ricerca;
- essere in grado di leggere e comprendere i risultati dei dati scientifici all'interno di un articolo scientifico;
- essere in grado di suggerire le tecniche migliori per affrontare uno specifico problema di ricerca;
- sapere come mostrare correttamente i dati scientifici per ciascuna tecnica.

4. Abilità comunicative (Communication skills):
   Lo studente apprenderà la terminologia specifica che accompagna ogni tecnica sperimentale, in modo da comprendere ed esporre in modo coerente i relativi risultati.

5. Capacità di apprendimento (Learning skills):
   Lo scopo di questo corso è di fornire agli studenti le capacità necessarie per esplorare autonomamente la letteratura scientifica nei campi della scienza dei materiali e dell'optometria.

Contenuti sintetici

Il corso è composto da tre moduli principali:
1 – Introduzione generale sui concetti fondamentali dell'interazione luce/materia;
2 – Tecniche spettroscopiche: UV-VIS (ultravioletto - visibile), IR/FTIR (spettroscopia infrarossa), Raman, ellissometria spettroscopica, spettroscopie a raggi X e tecniche basate sulla luce di sincrotrone;
3 – Tecniche di imaging: tecniche di superrisoluzione (STED, PALM, STORM). microscopia elettronica (SEM/TEM), microscopia a scansione (STM/AFM).
I due moduli di spettroscopia e microscopia saranno affiancati a lezioni dedicate ai metodi appropriati per l'analisi dei dati.

Programma esteso

• Introduzione: richiami di analisi complessa (trasformata di Fourier); modelli fondamentali per l'interazione luce-materia: indice di riflettività, modello degli oscillatori di Lorentz, diagrammi TART, transizioni fra bande energetiche e larghezza di riga.

• Tecniche di spettroscopia: spettroscopia UV-VIS: setup sperimentale, metodi ed esempi di applicazion con particolare attenzione ai materiali per l'ottica, l'optometria e la scienza della visione:
o Spettroscopia Raman e IR/FTIR: modi vibrazionali, metodi ed esempi di applicazione;
o Ellissometria: introduzione, setup sperimentale, modellazione dei materiali ed esempi di applicazioni;
o Introduzione generale ai raggi X; cenni sulle spettroscopie a raggi X (XRD, XPS).
o Luce di sincrotrone e relative tecniche di indagine.
o Metodi di analisi dei dati per dati spettroscopici: smoothing, interpolazione, filtri di convoluzione/deconvoluzione, stima del rumore, tecniche di fit, modalità di presentazione dei dati.

• Tecniche di imaging: allestimento sperimentale, metodi e applicazioni con particolare attenzione ai materiali per l'ottica, l'optometria e la scienza della visione:
o Cenni di microscopia: storia, setup sperimentale, concetti generali;
o Tecniche di superrisoluzione: microscopia a fluorescenza, tecniche STED/PALM/STORM/SNOM
o Microscopie elettroniche: SEM e TEM. Configurazione sperimentale e preparazione del campione;
o Tecniche di rasterizzazione: microscopia a scansione tunnel (STM) e microscopia a forza atomica (AFM).
o Metodi di analisi dei dati di imaging: trasformazioni morfologiche, operatori di convoluzione, filtraggio FFT, rilevamento dei contorni e identificazione dei cluster, statistiche e metriche generali, linee guida per la visualizzazione dei dati.

Prerequisiti

I prerequisiti coincidono con gli argomenti del colloquio di ammissione descritti nella pagina "Orientamento in Ingresso e Modalità di Ammissione al Corso di Studi", consultabili sulla pagina e-learning del corso di studi. Richiami ai concetti di base necessari per tutto il corso verranno fatti nelle lezioni introduttive.

Modalità didattica

42 ore totali così suddivise:
• 26 ore di lezioni erogative in presenza
• 4 ore di lezioni interattive in presenza
• 12 ore di lezioni erogative a distanza, videoregistrate

Materiale didattico

Slides dei corsi, registrazioni per le lezioni a distanza, materiale supplementare fornito dal docente.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

secondo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

La prova finale è costituida da un esame orale svolto in due parti consecutive:

1. A ciascun studente verrà chiesto di concordare preventivamente con il docente (almeno due settimane prima dell'esame) un argomento od una tecnica da portare come approfondimento, la cui presentazione (della durata di circa 20 minuti) determinerà 2/3 dell'esito finale.
2. In seguito verranno fatte alcune domande aggiuntive sui restanti argomenti del corso, ad un livello di approfondimento minore rispetto all'argomento scelto per la prima parte.

Durante l'esame potrebbe essere richiesto agli studenti di valutare alcuni grafici o dati estratti da articoli di ricerca.
Non sono previste prove in itinere.
I criteri per la valutazione sono i seguenti: insufficiente: minore di 18; sufficiente: 18-23; buono: 24-27; ottimo: 28-30; eccellente: 30 e lode.

Orario di ricevimento

su appuntamento da concordare via email

Sustainable Development Goals

IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE